Descripció del sistema platja-duna de dunar de Trebalúger i Sant Llorenç (Sud de Menorca, Illes Balears)

Francesc X. ROIG-MUNAR, Pere FRAGA, José Á. MARTÍN-PRIETO, Guillem X. PONS i Antonio RODRÍGUEZ-PEREA

SHNB

SOCIETAT D'HISTÒRIA NATURAL DE LES BALEARS

Roig-Munar, F.X., Fraga, P., Martín-Prieto, J.Á., Pons, G.X. i Rodríguez-Perea, A. 2009. Descripció del sistema platja-duna de dunar de Trebalúger i Sant Llorenç (S de Menorca, Illes Balears). Boll. Soc. Hist. Nat. Balears, 52: 141-154. ISSN 0212-260X. Palma de Mallorca.

En aquest treball es realitza una descripció del sistema dunar de Sant Llorenç, associat al fons de la cala de Trebaluger, situat al S de l'illa de Menorca (Illes Balears). El treball descriu un sistema platja-duna que es troba trencat per la sortida d'aigua del barranc de Trebalúger. Es tracta d'un sistema format per la unitat de platja i un camp de dunes remuntats, més enllà del torrent, associades al modelat càrstic d'aquesta regió. Aquest sistema ha estat fixat per la sembra de vegetació de port arbori. A més de la descripció física també s'incorpora un inventari florístic i una breu discussió sobre les característiques de la vegetació.
Paraules clau: *Menorca, Arenal de Sant Llorenç, cala Trebalúger, sistema dunar, barranc, flora, vegetació.*

DESCRIPTION OF THE BEACH-DUNAR SYSTEM OF SANT TREBALÚGER AND LLORENÇ (SOUTH OF MINORCA, BALEARIC ISLANDS). The dunar system of Sant Llorenç, placed in the S of the island of Menorca (Balearic Islands), is carried out. The work describes a beach-dune system fractionated for the outlet of the Trebaluger Torrent. It is a system formed by the beach and foredune and a field of dunes surmounted beyond the torrent, associated with the karstic modelling of this region. This system has been fixed by the sowing of arborescent vegetation. Besides the physical description an inventory also incorporates florístic and a brief discussion about the characteristics of the vegetation.
Keywords: *Menorca, Arenal de Sant Llorenç, Cala Trebalúger, dunar system, creek, flora, vegetation.*

Francesc X. ROIG-MUNAR, QU4TRE, consultoria ambiental, Carrer Carritxaret 18-6, Es Migjorn Gran, Menorca, José Ángel MARTÍN-PRIETO, Guillem X. PONS (contacte e-mail. guillemx.pons@uib.cat), Antonio RODRÍGUEZ-PEREA i Bernadí GELABERT; Depart. Ciències de la Terra, Universitat Illes Balears. Carretera Valldemossa Km 7,5, Palma. F.X. ROIG-MUNAR, P. FRAGA, G.X. PONS i A. RODRÍGUEZ-PEREA, Institut Menorquí d'Estudis, camí des Castell, 28; 07702 Maó.

Recepció del manuscrit: 4-nov-09; revisió acceptada: 30-des-09

Introducció

Menorca compta amb gran quantitat de sistemes platja-duna que encara avui es troben en bon estat de conservació, tot i ser aquests ambients litorals la base on gravita l'economia de l'illa. Malgrat tractar-se de formacions naturals importants, ja sigui com ecosistemes ja sigui com a recurs turístic, hi ha escassa bibliografia sobre aquests i alguns d'ells no han estat descrits a dia d'avui, com és el cas del sistema platja-duna de Trebalúger i Sant Llorenç. Revisada la bibliografia existent sobre sistemes dunars a Menorca (Roig-Munar *et al.*, 2008a; 2008b) es troben vàries cites de Trebalúger, moltes d'elles associades als estudis de formació i rebliment de barrancs (Rosselló *et al.*, 1997; 2003; Rosselló, 2004a; 2004b; Fornós i Segura, 2004), i d'altres referents al propi sistema platja-duna (Servera i Riquelme, 2004). Pel que fa a la cartografia aquest sistema apareix grafiat al mapa geològic de Bourrouilh (1973), mentre que al mapa de Rossell i Gómez-Gras (1989) apareix marcat tan sols la zona propera a la mar, corresponent a la zona de morfologies davanteres de la platja de Trebalúger. Així doncs, el present treball és una aportació a la descripció geomorfològica i botànica de detall del sistema de l'arenal de Sant Llorenç i de la cala de Trebalúger, situats al S de Menorca (Fig. 1).

El cas que ens ocupa, l'arenal de Sant Llorenç i la cala de Trebalúger, situat a la costa S (Fig. 1), constitueix un dipòsit eòlic actiu de fons de cala, ubicat a la sortida del barranc de Trebalúger. La seva ubicació, lluny de carreteres, urbanitzacions o d'altres tipus d'assentament humà i el fet de gaudir de la protecció de la figura ANEI ha permès la seva protecció i per tant el desenvolupament de processos geomòrfics de forma natural.

Litologia

La plataforma carbonàtica del Migjorn de Menorca es caracteritza per una forta homogeneïtat geològica, formada per calcarenites miocèniques, materials força permeables, gràcies a una elevada proporció de diàclasis que els travessen (Obrador i Pomar, 2004). La disposició general del relleu es correspon amb una plataforma inclinada que capbuça suaument cap el sud, en torn al 1 %, acabant en una línea de costa brusca amb una sèrie de penya-segats que atenen la seva màxima expressió a la zona central, disminuint de forma progressiva cap els seus extrems.

Bourrouihl (1973), proposà una segmen-tació d'aquesta plataforma en tres blocs, essent el límit oest del bloc central al voltant de Macarella i Cala Turqueta (fins a Torrellafuda), mentre que el seu extrem oriental es situa a son Bou (fins Alaior). En el bloc central és on es localitza aquesta zona d'estudi, la qual es caracteritza per ser el sector més elevat, amb una altitud mitjana de més de 83 m, on només el 6 % del seu espai està per davall dels 30 m, limitant amb la mar amb penya-segats de diferents alçades que oscil·len entre els 70 i els 40 m, i segmentats pels diferents torrents que la travessen de nord a sud donant lloc a una sèrie de barrancs paral·lels (Pardo i Porres, 2004).

La confluència de dos d'aquests barrancs, el de Trebalúger i el de sa Cova, a poc més de 1 km lineal de la platja, donen lloc a la formació d'una plana al·luvial meandriforme, totalment antropitzada i vorejada de penya-segats verticals que arriben fins a la cinquantena de metres (Fig. 2a i b). La seva gènesi és deguda al modelat càrstic, on la presència d'una sèrie de dolines col·lapsades de diàmetre hectomètric són les responsables de la disposició ondulant del barranc (Rosselló, 2003).

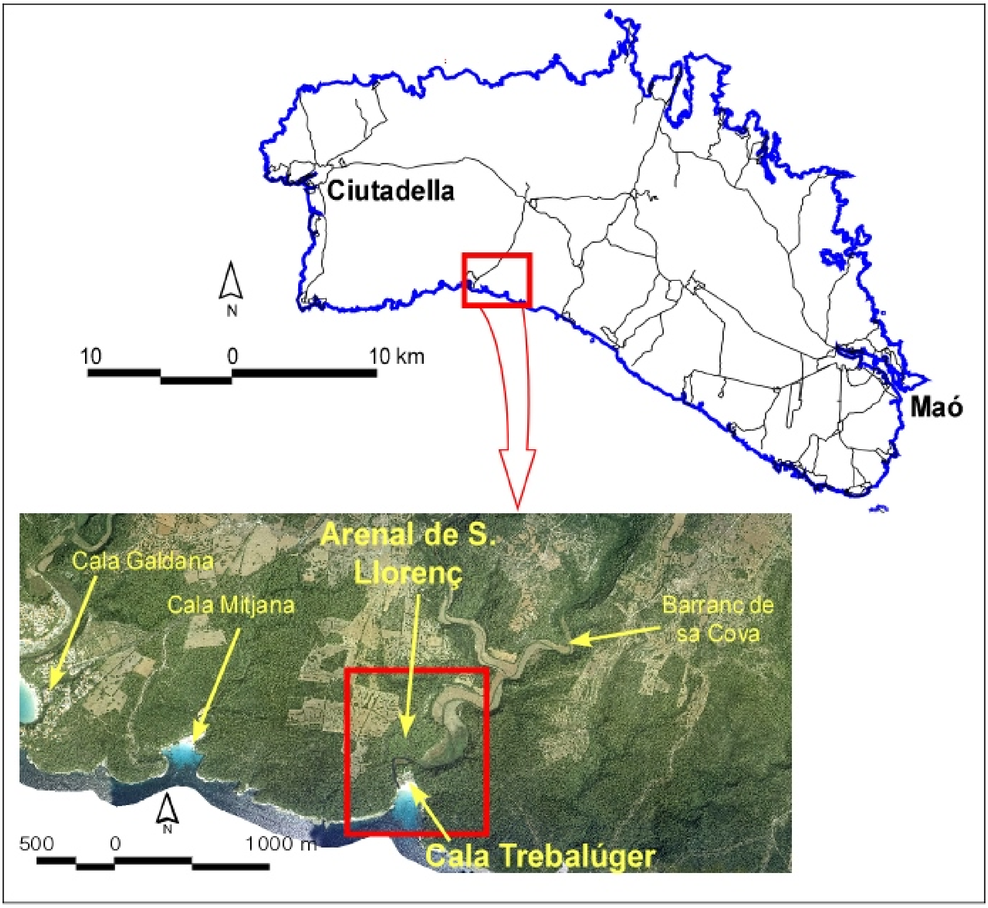


Fig. 1. Localització del sistema dunar de Sant Llorenç i Trebalúger, S de Menorca.
Fig. 1. *Location of dunar system of Sant Llorenç and Trebalúger, South Minorca.*

Aquest modelat càrstic està força desenvolupat i supera gairebé sempre al torrencial. L'altre factor a tenir en compte en el seu desenvolupament obeeix a les diferents pulsacions marines que han anat reblint de material el fons del barranc, que al cas de Trebalúger arriba a una profunditat de fins 50 m. Actualment, el rebliment es troba mediatitzat per una àmplia restinga, i per l'albufera residual posterior per on circula el canal funcional que manté la cota cero fins els Horts de Trebalúger (Rosselló, 2003).

Descripció geomorfològica

Els materials eòlics que conformen el dipòsit de sa marina de Sant Llorenç estan formats majoritàriament per arenes bioclàstiques de mida fina a mitjana, tot i que la platja de Trebalúger podem trobar

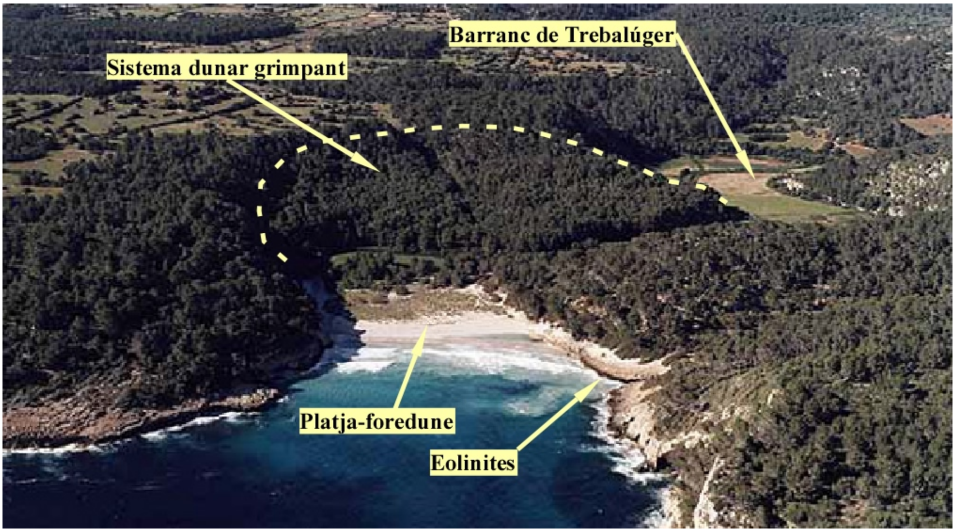


Fig. 2a. Vista oblíqua de Trebalúger, amb el barranc a la dreta de la imatge. En primer terme la platja i al fons el sistema dunar grimpant per darrera del torrent (Font: Ministerio de Medio Ambiente).
Fig. 2a. *Lateral sight of Trebalúger, with the creek in the right of the image. In first term the beach and in the background thedunar system climbing up behind the creek.*

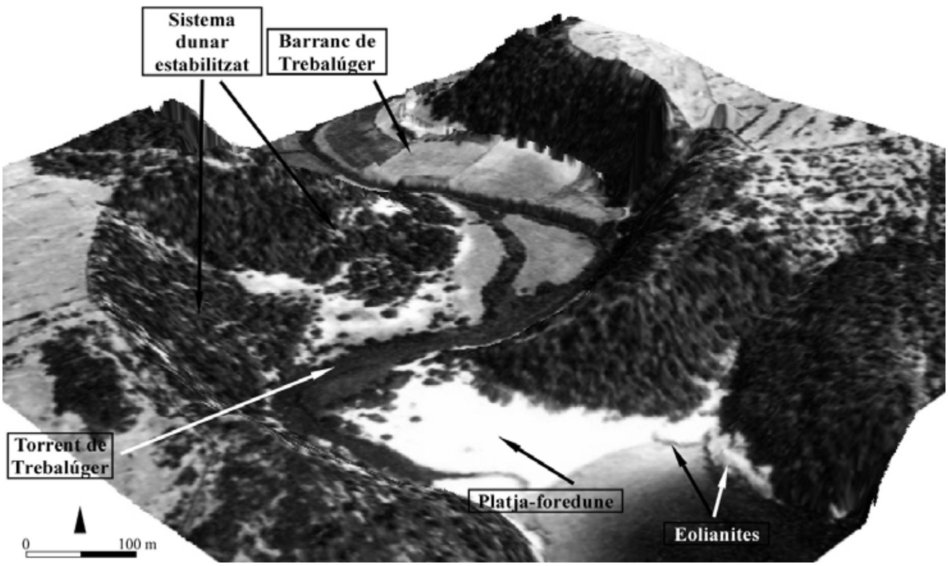


Fig. 2b. Model en 3d de l'àrea d'estudi, elaborat a partir de la fotografia aèria de 1956.
Fig. 2b. *3d model of the area, created from 1956 aereal photography.*

presència de litoclàstica de quars amb continguts que oscil·len entre el 6 i el 19%, atribuïbles al transport d'origen terrigen aportat pels barrancs des dels afloraments rics en quars de Tramuntana, capçalera del barranc de Trebalúger (Gómez-Pujol *et al.*, 2004). Els dipòsits eòlics es situen al llarg de la cala, des de la mateixa platja fins el sector de dunes estabilitzades situat darrera la restinga. Aquest sistema en conjunt ocupa una superfície total d'aproximadament 95.717 m^2 i es desenvolupa direcció S-N seguint la sortida del torrent (Fig. 3).

La platja ocupa una superfície d'aproximàdament 4.500 m^2 i s'estén en un front de 150 m de longitud amb una amplària variable (entorn els 40 m) fins a peu de l'avantduna. Es tracta d'un ambient amb presència habitual de bermes vegetals de *Posidonia oceanica*. Als extrems de la platja podem observar dipòsits fòssils d'eolianites que presenten colors vermellosos, possiblement fruit del transport de materials provinents del N de l'illa, de la part silícica de Tramuntana. Les morfologies davanteres presenten un cordó continu, ocupant una superfície aproximada de 17.974 m^2. Aquest camp de dunes davanteres es troba ben delimitat per la platja i per les parets de la cala i pel seu trencant a la seva vertent oest del sistema per la sortida natural del torrent del barranc de Trebalúger, el qual duu aigua tot l'any. Aquest trencament està força delimitat a dia d'avui, tot i que les consultes de fotografia aèria de 1956 sembla que la sortida no era sempre la mateixa, entre altres possibles factors degut a la manca d'estabilització del sector actualment denominat semiestabilitzat. Aquest cordó dunar presenta una escassa potència, inferior al 1,3 m, i no es detecten morfologies erosives incipients o consolidades al seu front dunar, considerant el seu estat, segons Hesp (2002), com estadi 5. Al seu tram final s'observa un camp de dunes semiestabilitzades per vegetació de

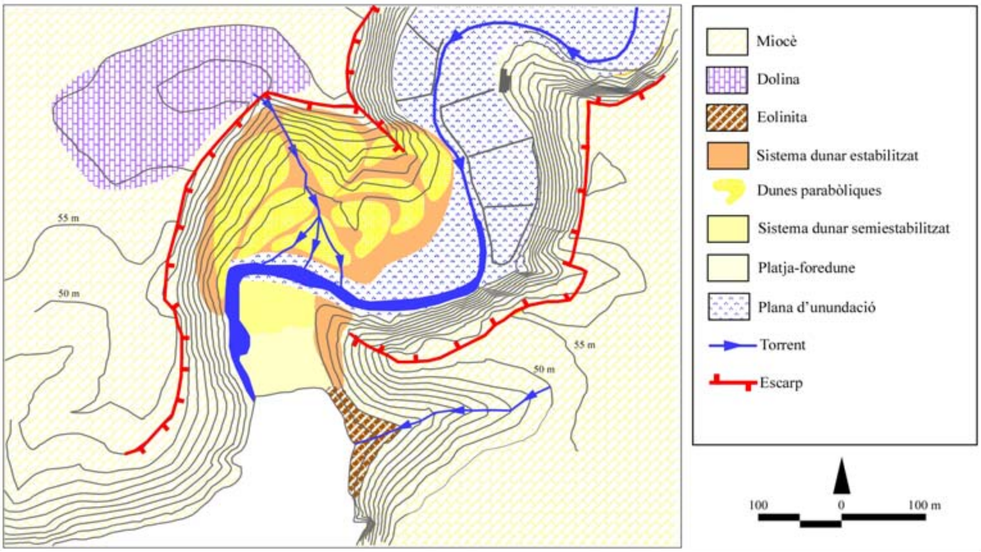


Fig. 3. Cartografia geomorfològica de la platja de Trebalúger i el sistema dunar de Sant Llorenç.
Fig. 3. *Geomorphological cartography of the Trebalúger beach and dunar system of Sant Llorenç.*

port arbori que queda confinat entre al camp de dunes davanteres i el torrent. Aquestes dunes semiestabilitzades ocupen una franja de 60 m d'amplària i es desenvolupen paral·leles per darrera les morfologies *foredune*. En aquesta unitat les formes ocupen una superfície d'aproximàdament 6.700 m^2 i no es poden apreciar formes poc definides degut a que al llarg del temps han estat sotmeses a una forta pressió antròpica (acampada i zona d'esbarjo i de sombra) eradicant part de les formes, la vegetació i afavorint el compactant del sòl, actituds corregides en la darrera dècada.

Al vessant E de la cala i sobre els materials d'eolianites fòssils, trobem un petit camp de dunes remuntats que ocupen una superfície de 9.916 m^2. No presenten formes definides i tenen una escassa potència, es tracta més de deposicions remuntants causades per cert regolfament eòlic sobre la platja que no pel desenvolupament de formes dunars definides, aquests presenten colonització de vegetació de port herbaci i arbustiu, i actualment no presenten dinamisme aparent.

El sector de dunes estabilitzades ocupa una àrea de 67.827 m^2 i es troben desvinculades del sector platja-duna pel torrent que interfereix entre les dues unitats, definint de forma clara les formes dunars de cala Trebalúger amb l'arenal de Sant. Llorenç. Es tracta d'un sector estabilitzat per la repoblació de pins i que a dia d'avui presenta poc dinamisme. Aquest sector es troba condicionat per un petit torrent que fragmenta el camp dunar amb dues unitats. En funció d'aquesta divisió, s'aprecien dos camps de morfologies (Fig. 3).

Aquelles morfologies situades a la banda dreta del petit canal de drenat que forma un tàlveg dins el propi camp dunar i que constitueixen formes remuntants amb aparença d'ecodune al seu contacte amb les parets superiors (Fig. 3), degut a l'efecte del vent sobre la paret oest de la cala, que arriba fins els 50 m d'altura formant una paret pròxima a la vertical, amb inclinacions que començen amb 4° de pendent a la seva part més baixa pròxima al torrent, fins arribar als 28° (Fig. 4). L'altre camp es localitza a la banda esquerra del torrent, on es pot apreciar un altre morfologia tipus ecodune que es situa front

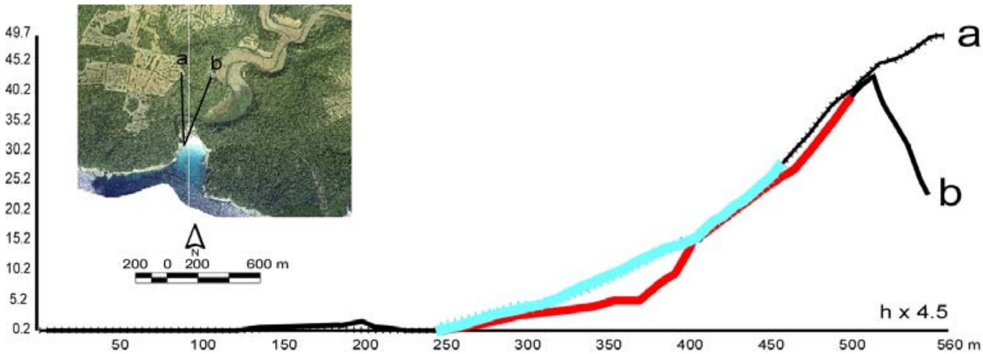


Fig. 4. Perfils longitudinals (línies negres) i extensió del sistema dunar sobre ells a ambdós costats del torrent que fragmenta el sistema dunar.

Fig. 4. *Long profiles (grey lines) and extension of the dunar system on them in both sides of the creek wich divides de system.*

al penya-segat paral·lel a la línia de costa. Confinades entre aquesta forma i el límit Est del sistema es desenvolupen tres morfologies de dunes parabòliques simples que intenten remuntar la forta pendent (Fig. 4), que comença amb 2.5° a la zona propera al torrent fins arribar als 22° de màxima pendent. La més septentrional d'aquest grup es situa per damunt i per darrera de l'escarp que tanca tot el conjunt, avançant suaument cap la plana d'inundació del torrent de Trebalúger (Fig. 5), aspecte que en fa pensar en que actualment hi podem trobar una certa activitat en cas de forts temporals eòlics que aprofiten material arrossegat pel torrentet central del sistema, el qual crea un petit delta amb material no consolidat per vegetació. Tot just al punt de connexió entre aquest petit delta és on forma una altre duna parabòlica simple amb desenvolupament intern (Fig. 3).

A la Fig. 5 se pot observar el lòbul d'avanç de les formes dunars més internes del sistema, actualment poc dinàmic, tot i que al llarg de la plana d'inundació (Fig. 3) trobem símptomes clars de deposicions d'arena en forma de mants eòlics, actualment molt retreballats per les tasques d'aprofitament agrari d'aquests camps.

Flora i vegetació

Per a l'estudi de la flora vascular de l'arenal de Sant Llorenç s'ha seguit la mateixa metodologia emprada a la descripció recent d'altres sistemes dunars (Roig-Munar *et al.*, 2007, 2008a; 2008b). Aquesta ha consistit bàsicament en la realització d'inventaris florístics de presència (Taula 1). La identificació concreta de les espècies s'ha comprovat que és una informació útil com a indicadora de processos geomorfològics i de la dinàmica dels sistemes dunars (Levin *et al.*, 2008). En la realització d'aquests inventaris s'ha considerat tot el sistema, des de la platja o primera línia de costa fins a la part més interior amb evidències clares de presència de dipòsits d'arena d'origen eòlic. En el cas d'aquest sistema s'ha de fer constar que hi ha una clara discontinuïtat provocada pel torrent de Trebalúger i que sense cap dubte té una marcada influència en la distribució de certs tàxons.

L'inventari florístic per aquest sistema dóna un resultat de 180 tàxons (Taula 1) de flora vascular que s'han trobat creixent dins els límits establerts (Fig. 3). Aquest quantitat es la més important, amb diferència, dels sistemes dunars descrits recentment (Roig-Munar *et al.*, 2007; 2008a; 2008b). És relativament fàcil establir diferents factors i circumstàncies per explicar-lo. Per una banda hi hauria la seva extensió, tant en superfície (95.717 m^2) com en longitud cap a l'interior (566 m). Aquesta darrera característica afavoreix un gradient de distància al mar que es tradueix en una diversificació d'ambients i hàbitats i d'aquí una major probabilitat de



Fig. 5. Duna parabòlica més septentrional que avança cap a la plana d'inundació del torrent. Es pot observar des del centre cap la part superior esquerra de la foto la cresta de la mateixa.
Fig. 5. *Northern most parabolic dune moving forward the inundation area of the creek. Note from the centre to the upper left the crest of the dune.*

Taula 1. Catàleg florístic de l'arenal de Sant Llorenç.
Table 1. *Checklist of the plants from l'Arenal de Sant Llorenç.*

Tàxon	Tàxon	Tàxon
Aegilops geniculata Roth	*Clematis flammula* L.	*Kundmania sicula (L.) DC.*
Aetheorhiza bulbosa (L.) Cass. subsp. *bulbosa*	*Convolvulus althaeoides* L. subsp. *althaeoides*	*Lagurus ovatus L. subsp. ovatus*
Aira cupaniana Guss.	*Conyza sumatrensis* (Retz.) E. Walker	*Launaea cervicornis (Boiss.) Font Quer et Rothm.*
Ajuga iva subsp. *pseudoiva* (DC.) Briq.	*Coronilla scorpioides* (L.) Koch	*Leucojum aestivum subsp. pulchellum (Salisb.) Briq.*
Allium roseum L.	*Crithmum maritimum* L.	*Limonium virgatum (Willd.) Fourr.*
Amaranthus retroflexus L.	*Cynodon dactylon* (L.) Pers.	*Linum strictum L. subsp. strictum*
Ammophila arenaria subsp. *arundinacea* H. Lindb.	*Cynoglossum creticum* Mill.	*Lobularia maritima (L.) Desv. subsp. maritima*
Ampelodesmos mauritanica (Poir.) T. Durand et Schinz	*Cynosurus echinatus* L.	*Lolium rigidum Gaudin*
Anagallis arvensis L. subsp. *arvensis*	*Chenopodium murale* L.	*Lonicera implexa Aiton*
Anthoxanthum odoratum L.	*Chondrilla juncea* L.	*Helichrysum stoechas (L.) Moench*
Anthyllis tetraphylla L.	*Chrysanthemum coronarium* L.	*Lotus cytisoides L.*
Arbutus unedo L.	*Dactylis glomerata* subsp. *hispanica* (Roth) Nyman	*Lotus edulis L.*
Arenaria leptoclados (Rchb.) Guss.	*Daucus carota* L. subsp. *carota*	*Lotus glaber Mill.*
Arisarum vulgare Targ.Tozz. subsp. *vulgare*	*Desmazeria rigida* subsp. *hemipoa* (Delile ex Spreng.) Stace	*Lotus ornithopodioides L.*
Arum italicum Mill. subsp. *italicum*	*Dittrichia viscosa* (L.) Greuter subsp. *viscosa*	*Medicago littoralis Rohde ex Loisel.*
Asparagus acutifolius L.	*Dorycnium pentaphyllum* Scop.	*Medicago marina L.*
Asparagus stipularis Forssk.	*Elymus farctus* (Viv.) Runemark ex Melderis	*Medicago minima (L.) L.*
Asphodelus aestivus Brot.	*Erica multiflora* L.	*Melica major Sibth. et Sm.*
Asphodelus fistulosus L.	*Erodium chium* (L.) Willd. subsp. *chium*	*Melilotus indicus (L.) All.*
Aster squamatus (Spreng.) Hieron	*Eryngium maritimum* L.	*Micromeria rodriguezii* Freyn et Janka
Avena barbata Pott. ex Link subsp. *barbata*	*Euphorbia paralias* L.	*Muscari comosum* (L.) Mill.
Bellardia trixago (L.) All.	*Euphorbia peplus* var. *peploides* (Gouan) Vis.	*Myrtus communis* L.
Bellis annua L. subsp. *annua*	*Euphorbia terracina* var. *retusa* (Boiss.) Willk. et Lange	*Olea europaea* var. *sylvestris* Brot.
Beta maritima L.	*Euphorbia terracina* var. *retusa* (Boiss.) Willk. et Lange	*Ononis minutissima* L.
Blackstonia perfoliata subsp. *serotina* (Koch ex Rchb.) Vollm.	*Euphorbia terracina* L. var. *terracina*	*Ononis ornithopodioides* L.
Brachypodium distachyon (L.) Beauv.	*Festuca arundinacea* subsp. *fenas* (Lag.) Arcang.	*Ononis reclinata* L. subsp. *reclinata*
Brachypodium phoenicoides (L.) Roem. et Schult.	*Fumana thymifolia* (L.) Spach ex Webb	*Ononis viscosa* subsp. *breviflora* (DC.) Nyman
Brachypodium retusum (Pers.) Beauv.	*Fumaria capreolata L.*	*Ophrys lutea* (Gouan) Cav. subsp. *lutea*
Brachypodium sylvaticum (Huds.) Beauv. subsp. *sylvaticum*	*Galactites tomentosa Moench*	*Orobanche ramosa* subsp. *nana* (Reuter) Cout.
Briza maxima L.	*Galium murale (L.) All.*	*Oxalis pes-caprae* L.
Bromus madritensis L.	*Geranium molle L.*	*Pancratium maritimum* L.
Bromus rubens L.	*Geranium purpureum Vill.*	*Parentucellia viscosa* (L.) Caruel
Cakile maritima Scop.	*Gladiolus illyricus Koch*	*Parietaria lusitanica* L. subsp. *lusitanica*
Calystegia soldanella (L.) R. Br.	*Glaucium flavum Crantz*	*Paspalum vaginatum* Swartz
Campanula erinus L.	*Hedera helix L. subsp. helix*	*Phagnalon rupestre* (L.) DC.
Carex flacca Schreb.	*Hedypnois rhagadioloides (L.) F.W. Schmidt*	*Phoenix canariensis* hort. ex Chabaud
Carex hallerana Asso	*Helichrysum stoechas (L.) Moench*	*Phyllirea media* var. *media* L.
Carex hallerana Asso	*Hippocrepis biflora Spreng.*	*Pinus halepensis* Mill. var. *halepensis*
Carex oedipostyla Duval-Jouve	*Hippocrepis multisiliquosa L.*	*Piptatherum coerulescens* (Desf.) Beauv.
Carlina corymbosa L. subsp. *corymbosa*	*Hordeum murinum subsp. leporinum (Link) Arcang.*	*Piptatherum miliaceum* (L.) Coss.
Centaurium erythraea subsp. *majus* (Hoffmanns. et Link) Melderis	*Hyoseris radiata L. subsp. Radiata*	*Pistacia lentiscus* L.
Centaurium tenuiflorum (Hoffmanns. et Link) Fritsch	*Hypericum perforatum L. subsp. perforatum*	*Plantago bellardii* All. subsp. *bellardii*
Centranthus calcitrapae (L.) Dufr. subsp. *calcitrapae*	*Hypochoeris achyropohrus L.*	*Plantago coronopus* L. subsp. *Coronopus*
Cerastium semidecandrum L..	*Juncus acutus L.*	*Plantago lagopus* L.
Cistus albidus L.	*Juniperus phoenicea subsp. turbinata (Guss.) Nyman*	*Plantago lanceolata* L.
Cistus monspeliensis L.		*Poa trivialis* subsp. *sylvicola* (Guss.) H. Lindb.
Cistus salviifolius L.		*Polycarpon tetraphyllum* (L.) L.
		Polygonum maritimum L.
		Psoralea bituminosa L.
		Quercus ilex subsp. *ilex* L

Taula 1. Catàleg florístic de l'arenal de Sant Llorenç (continuació).
Table 1. *Checklist of the plants from l'Arenal de Sant Llorenç (continuation).*

Tàxon	Tàxon	Tàxon
Reichardia picroides (L.) Roth	*Scrophularia peregrina* L.	*Trifolium angustifolium* L.
Rhamnus alaternus L.	*Scrophularia ramosissima* Loisel.	*Trifolium campestre* Schreb.
Rosmarinus officinalis L. var. *officinalis*	*Serapias parviflora* Parl.	*Trifolium cherleri* L.
Rubia peregrina var. *longifolia* (Poir.)	*Sherardia arvensis* L.	*Trifolium scabrum* L.
Rubus ulmifolius Schott	*Silene nocturna* L.	*Urginea maritima* (L.) Baker
Rumex bucephalophorus subsp. *gallicus* (Steinh.) Rech f.	*Silene vulgaris* (Moench) Garcke subsp. *vulgaris*	*Urospermum dalechampii* (L.) Scop. ex F.W. Schmidt
Rumex conglomeratus Murray	*Smilax aspera* L. var. *aspera*	*Urospermum picroides* (L.) Scop. ex F.W. Schmidt
Rumex crispus L.	*Sonchus oleraceus* L.	*Urtica membranacea* Poir.
Ruscus aculeatus L.	*Sonchus tenerrimus* L.	*Valantia muralis* L.
Ruta angustifolia Pers.	*Teucrium capitatum* subsp. *majoricum* (Rouy) T. Navarro et Rosúa	*Verbascum sinuatum* L.
Salsola kali subsp. *kali* L.	*Thymelaea hirsuta* (L.) Endl.	*Vicia angustifolia* L.
Scabiosa atropurpurea var. *maritima* (L.) Fiori et Paol.	*Torilis arvensis* var. *heterophylla* (Guss.) Burnat	*Vicia parviflora* Cav.
Scorpiurus subvillosus L.	*Torilis nodosa* (L.) Gaertn.	*Vulpia ciliata* Dumort. subsp. *ciliata*
		Vulpia geniculata (L.) Link

presència d'espècies diferents (Hesp, 1991; Maun, 2009). El contacte directe del sistema amb una diversitat d'ambients com ara zona humida, tanques de pastura, torrent d'aigües permanents, etc., també afavoreixen la presència, especialment cap els seus límits, de tàxons vegetals més habituals en altres hàbitats no lligats als sòls arenosos. L'efecte en la biodiversitat de les zones de transició entre hàbitats és un fet prou conegut i estudiat (Ries *et al.*, 2004). La ruderalització i la influència antròpica en general, són altres factors que també poden explicar aquesta inflació numèrica en la flora vascular (Collins *et al.*, 1998; Kutiel *et al.*, 1999; Yu *et al.*, 2008). És prou sabut que aquestes alteracions afavoreixen la presència d'espècies vegetals amb un comportament pioner, com ara aquelles amb un cicle de vida anual (Shmida, 1985; Kutiel, 1998). De fet, l'anàlisi de les formes vitals (Fig. 6) dóna uns resultats molt semblants als que s'obtenen pel conjunt de la flora de l'illa (Fraga *et al.*, 2004) amb un clar predomini dels teròfits.

Els tàxons que a Menorca es poden considerar habituals dels sistemes dunars (Cardona *et al.,* 2005) suposen a l'entorn de 26 (14%), però d'aquests només 12 es poden considerar com a psammòfils: *Ammophila arenaria* subsp. *arundinacea*, *Cakile maritima*, *Calystegia soldanella*, *Elymus farctus*, *Eryngium maritimum*, *Euphorbia paralias*, *E. terracina* var. *retusa*, *Glaucium flavum*, *Medicago marina*, *Pancratium maritimum*, *Polygonum maritimum*, *Salsola kali* subsp. *kali.*

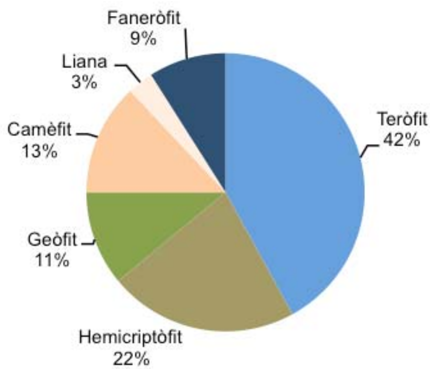


Fig. 6. Representació de les formes vitals al sistema dunar de l'arenal de Sant Llorenç.
Fig. 6. *Life forms representation at the Arenal de Sant Llorenç dune system.*

Si a més es pren en consideració la divisió física del sistema per la presència del torrent, es pot veure que la gran majoria d'aquests tàxons es troben només a la part de la platja.

L'element endèmic és encara més reduït en representació, només cinc tàxons: *Launaea cervicornis*, *Leucojum aestivum* subsp. *pulchellum*, *Micromeria rodriguezii*, *Scrophularia ramosissima* i *Teucrium capitatum* subsp. *majoricum*, i encara tots ells amb una distribució àmplia en el territori insular. Només un d'aquests tàxons considerats com endèmics, *S. ramosissima*, presenta una relació clara amb els sistemes dunars (Bolòs *et al.*, 1970; Cardona *et al.*, 2005). Precisament, la presència d'aquesta espècie que està representada per uns pocs individus, molt deteriorats, juntament amb d'altres com *Chondrilla juncea*, seria un testimoni de què no fa molts anys la part més interior del sistema (el que realment es coneix com arenal de Sant Llorenç) era molt més dinàmic i amb una coberta vegetal completament diferent a l'actual. Aquesta situació es pot comprovar consultant la imatge aèria de l'any 1956, a on es veu clarament que la cobertura vegetal era molt menor a l'actual.

Tot i també ser baixa proporcionalment, és significativa la presència de tàxons al·lòctons: *Amaranthus retroflexus, Conyza sumatrensis, Oxalis pes-caprae, Paspalum vaginatum* i *Phoenix canariensis*. Encara que cap d'ells estigui relacionat amb els sistemes dunars, alguns destaquen per la seva agressivitat i capacitat de transformació de l'hàbitat que colonitzen, com ara *P. vaginatum* (Campos *et al.*, 2004; Siemans, 2005). En qualsevol cas la presència d'aquest element al·lòcton es pot considerar com una conseqüència més de la ruderalització i la influència antròpica (Lonsdale, 1999; Sher i Hyatt, 1999).

La resta de tàxons de l'inventari floristic es poden considerar com a més generalistes pel que fa a les seves preferències d'hàbitat, així la gran majoria (93%) estan considerats com a comuns o molt comuns pel conjunt de la flora de l'illa (Fraga *et al.*, 2004). Només mereixerien ser destacats per la seva distribució més restringida *Carex oedipostyla*, més habitual en els ambients silicícoles de la Tramuntana, i *Ononis ornithopodioides*, citat per primera vegada a l'illa fa relativament pocs anys (Fraga, 1996), però que de cada vegada es comprova més que té una àrea de distribució àmplia, però restringida a un sector concret de l'illa.

Una característica a destacar de la vegetació d'aquest sistema dunar es l'abundància de *Clematis flammula*. Aquesta espècie, ja de per si, és habitual en aquests ambients i en els sòls arenosos de l'illa en general, però aquí presenta un densitat d'individus elevada, i de fet és la planta dominant en el sotabosc de la part més interior. Encara que sigui un comentari especulatiu, l'explicació a aquesta situació podria estar en la discriminació positiva que temps enrere va fer l'home damunt ella.

Diferents fonts orals consultades de persones que van ser pagesos (amos i missatges) al lloc de Sant Llorenç han coincidit que aquesta espècie era emprada com a farratge d'estiu pel bestiar una vegada segada en verd i deixada assecar.

Al ser una espècie amb una forta capacitat de persistència gràcies al seu sistema subterrani, el seu afavoriment per part de l'home com a planta útil podria haver arribat fins als nostres dies, tot i que ja fa anys que no s'empra amb aquell objectiu.

La mateixa mà de l'home, de manera voluntària o involuntària, sembla també la responsable de la vegetació arborescent que cobreix la part més interior del sistema. L'elevada densitat d'individus de *Pinus*

halepensis semblaria més fruit d'una plantació o discriminació positiva que no d'una colonització natural del sistema. Aquestes actuacions eren habituals fins més enllà de la primera meitat del segle XX (Valls, 1870; Artigas, 1889, 1896; De Castro, 1900a, 1900b).

De fet, en aquesta part del sistema es fa difícil establir una zonificació de la vegetació com correspondria a un arenal en què el dinamisme de l'arena afavoreix comunitats vegetals diferenciades. Actualment apareix més com una massa homogènia de *Pinus halepensis* amb un sotabosc dominat per *Clematis flammula*. Una situació que sembla ben diferent a la que s'aprecia a les imatges aèries de 1956.

Discussió i conclusions

El sistema dunar de Trebalúger i Sant Llorenç es caracteritza per la seva fragmentació en dos sectors: el més proper a la mar, format per un sistema platja-avantduna amb un sector intern de dunes semiestabilitazades i un segon sector situat més enllà del torrent de Trebalúger (que fragmenta tot el conjunt del sistema platja-duna) format per dunes estabilitzades, les quals varen ser objecte de reforestació. Aquest sector està format per morfologies tipus ecoduna, condicionades per la verticalitat dels penya-segats que actuen com a trampa sedimentària i sobretot per dunes parabòliques simples que avancen a la esquerra d'un petit torrent que fragmenta aquest sector, fins la plana d'inundació del torrent.

Com podem observar a la Fig. 3, les morfologies es troben sotmeses i condicionades al desenvolupament relacionat amb episodis eòlics de mar a terra, que es manifesta amb l'avanç de formes dunars cap a terra. El perfil singular de l'avantduna i del sector semiestabilitzat, força aplanat, planteja la discussió sobre el transport de sediment, tant de mar a terra com a l'inversa (Servera i Riquelme, 2004). Si bé és certa l'influència del vent de Tramuntana que es canalitza pel barranc, i que és capaç de mobilitzar sediment cap a la mar, considerem que el principal modelador correspon al vent de component sud, tal i com es pot apreciar al desenvolupament de la seqüència de la vegetació psamòfila (amb una cobertura superior al 70-80% de l'avantduna), i el pas a un altre de tipus de cobertura arbustiva i arboria de mar cap a terra, així com les sombres d'acumulació associades a la vegetació, també de mar cap a terra.

En canvi, en el sector de dunes estabilitzats, es pot considerar que el principal modelador ha estat el vent de migjorn, tal i com es pot apreciar a la cartografia (Fig. 3), on l'orientació tant de les morfologies de tipus ecoduna i les morfologies de tipus parabóliques mostren una clara orientació sud-nord i en el cas de les darreres, el seu eix mostra una direcció que apunta cap el nord-est.

A títol de conclusions la flora vascular de l'arenal de Sant Llorenç destaca per la riquesa d'espècies que hi creixen, com s'ha exposat anteriorment, a causa principalment de la seva ubicació i de les particulars característiques geomorfològiques, aquest importància quantitativa no és tradueix en l'aspecte qualitatiu. La majoria d'espècies que s'hi han trobat mostren una distribució àmplia a l'illa, i les més característiques d'aquest ambient queden limitades a la zona més propera a la platja. Però hi ha evidències que açò no sempre ha estat així. Les poblacions residuals d'*Scrophularia ramosissima* en són un exemple. La mà de l'home segurament hi té molt a veure en aquestes alteracions i també és un aspecte a tenir en compte per a una gestió a llarg

termini. Pel que fa la gestió d'aquest espai, a dia d'avui es fa sota la tutela de la Demarcació de Costes de l'Estat, mitjançant l'acordonament del front dunar de les morfologies davanteres. No creiem que aquesta sigui una solució efectiva ni que afecti les formes i la recuperació o manteniment del sistema, ja que el sistema en conjunt no presentava símptomes erosius incipients i es tal com estava es mantenia en equilibri. Pel contrari, aquestes gestions han afavorit un paisatge antropitzat dins una zona ANEI.

Bibliografia

Bolòs, O., Molinier, R. i Montserrat, P. 1970. Observations phytosociologiques dans l'île de Minorque. *Acta Geobot. Barcinon.*, 5: 1-150.

Bourrouilh, R. 1973. Stratigraphie, sédiméntologie et tectonique de l'ille de Minorque et du Nord-Est de Majorque (Baléares). La terminasion Nord-orientale des Cordillères Bétiques en Méditerranée occidentale. Memorias del Instituto Geológico y Minero de España 99, 1-672.

Campos, J.A., Herrera, M., Biurrun, I. i Loidi, J. 2004. The role of alien plants in the natural coastal vegetation in central-northern Spain. *Biodiversity and Conservation,* 13: 2275-2293.

Cardona, X., Carreras, D., Fraga, P., Roig-Munar, F. X. i Estaún, I. 2005. Avaluació de l'estat dels sistemas dunars de Menorca 2002. Institut Menorquí d'Estudis. Inèdit.

Collins, S.L., Knapp, A.K., Briggs, J.M., Blair, J.M. i Steiauer, E.M. 1998. Modulation of diversity by grazing and mowing in native tall grass prairie. *Science*, 280: 745-747.

Fornós, J.J. i Segura, M.F. 2004. El rebliment holocènic dels barrancs del Migjorn. *In:* Fornós, J.J., Obrador, A. i Rosselló, V.Mª. (eds.). Història Natural del Migjorn de Menorca: el medi físic i l'influx humà. Mon. Soc. Hist. Nat. Balears, 11: 169-176.

Fornós, J.J. i Segura, M.F. 2004. Morfologia costanera i processos litorals. El paper de la fracturació i el carst. *In:* Fornós, J.J., Obrador, A. i Rosselló, V.Mª (eds.). Història Natural del Migjorn de Menorca: el medi físic i l'influx humà. Mon. Soc. Hist. Nat. Balears, 11: 201-212.

Fraga, P. 1996. Notes florístiques de les Illes Balears (IX). *Boll. Soc. Hist. Nat. Balears*, 39: 205-208.

Fraga, P., Mascaró, C., Carreras, D., Garcia, O., Pallicer, X., Pons, M., Seoane, M. i Truyol, M. 2004. *Catàleg de la flora vascular de Menorca*. Institut Menorquí d'Estudis. Maó.

Gómez-Pujol, L., Balaguer, P., Mateu, J. i Roig-Munar, F. X. 2004. Composició i textura del sediment de les platges del Migjorn. *In:* Fornós, J.J., Obrador, A. i Rosselló, V.Mª (eds.). Història Natural del Migjorn de Menorca: el medi físic i l'influx humà. Mon Soc. Hist. Nat. Balears, 11: 235-244.

Hesp, P.A. 1991. Ecological processes and plant adaptations on coastal dunes. *Journal of Arid Environments*, 21: 165-191.

Hesp, P.A. 2002. Foredunes and blowouts: initiation, geomorphology and dynamics. *Geomorphology*, 48. 245-268.

Kutiel, P. 1998. Annual vegetation of the coastal sand dunes of the northern Sharon, Israel. *Israel Journal of Plant Sciences*, 46: 287-298.

Kutiel, P., Zhevelev, H. i Harrison, R. 1999. The effect of recreational impacts on soil and vegetation of stabilised coastal dunes in the Sharon Park, Israel. *Ocean and Coastal Management*, 42: 1041-1060.

Levin, N., Kidron, G.J. i Ben-Dor, E. 2008. A field quantificaction of coastal dune perennial plants as indicators of surface stability, erosion or deposition. *Sedimentology*, 55: 751-772.

Lonsdale, W.M. 1999. Global patterns of plant invasions and the concept of invasibility. *Ecology*, 80: 1522-1536.

Maun, M.A. 2009. *The biology of coastal sand dunes*. Oxford University Press.

Obrador, A. i Pomar, L. 2004. El Miocé del Migjorn. *In:* Fornós, J.J., Obrador, A. i Rosselló, V.Mª. (eds.). Història Natual del

Migjorn de Menorca: el medi físic i l'influx humà. Mon. Soc. Hist. Nat. Balears, 11: 73-91.

Pardo, J. i Porres, M. J. 2004. Caracterització morfomètrica del Migjorn menorquí. *In:* Fornós, J.J., Obrador, A. i Rosselló, V.Mª. (eds.). Història Natual del Migjorn de Menorca: el medi físic i l'influx humà. Mon. Soc. Hist. Nat. Balears, 11: 157-176.

Ries, L., Fletcher, R.J., Battin, J. i Sisk, T.D. 2004. Ecological responses to habitat edges: Mechanisms, models and variability explained. *Annu. Rev. Ecol. Evol. Syst.*, 35: 491-522.

Roig-Munar, F.X., Martín-Prieto, J. Á. i Fraga, P. 2007a. Descripció del sistema dunar de Cala en Carbó (NW Menorca, Illes Balears). *Boll. Soc. Hist. Nat. Balears*, 50: 77-85.

Roig-Munar, F.X., Martín-Prieto, J.A., Fraga, P., Pons, G.X., Rodríguez-Perea, A. i Gelabert, B. 2008a. Descripció del sistema dunar de sa Marina de s'Arena (Nord de Menorca, Illes Balears). *Boll. Soc. Hist. Nat. Balears*, 51: 103-116.

Roig-Munar, F.X., Martín-Prieto, J.A., Fraga, P., Pons, G.X., Rodríguez-Perea, A. i Gelabert, B. 2008b. Descripció del sistema dunar de l'arenal de Sant Jordi (cala en Calderer, Nord de Menorca), Illes Balears. *Boll. Soc. Hist. Nat. Balears*, 51:117-130.

Rosell, J. i Gómez-Gras, D. 1989. Mapa Geológico Minero de España E: 1:25.000, segunda serie-primera edición, Calan Brut i Alaior Hoja 646 I.

Rosselló, V.Mª. 2003. Las calas y la costa del Migjorn. *In:* Rosselló, V.Mª., Fornós, J.J., Gómez-Pujol, L. (eds.). Introducción a la Geografía Física de Menorca. Mon. Soc. Hist. Nat. Balears, 10: 87-99.

Rosselló, V.Mª. 2004a. El mapa geomorfològic. *In:* Fornós, J.J., Obrador, A.. i Rosselló, V.Mª. (eds.). Història Natual del Migjorn de Menorca: el medi físic i l'influx humà. Mon. Soc. Hist. Nat. Balears, 11: 105-120.

Rosselló, V.Mª. 2004b. El litoral (i les cales). *In:* Fornós, J.J., Obrador, A. i Rosselló, V.Mª (eds.). Història Natural del Migjorn de Menorca: el medi físic i l'influx humà. Mon. Soc. Hist. Nat. Balears, 11: 177-200.

Rosselló, V.Mª., Fornós, J.J., Fumanal, P., Pardo, J., i Rodríguez-Perea, A. 1997. Elementos morfogenéticos de las calas y barrancos del sur de Menorca. Dinámica Litoral-Interior, Dept. Xeografia Univ. Santiago. AGE-U. Santiago, vol 1: 245-256.

Rosselló, V.Mª., Fornós, J.J. i Gómez-Pujol, L. (eds). 2003. Introducción a la Geografía Física de Menorca. Mon. Soc. Hist. Nat. Balears, 10: 232 pp. Ciutat de Mallorca. AGE-Univ. València, SHNB.

Servera, J. i Riquelme, J. 2004. L'acció del vent. Sistemes dunars actuals i eolianites. *In:* Fornós, J.J., Obrador, A. i Rosselló, V.Mª. (eds.). Història Natual del Migjorn de Menorca: el medi físic i l'influx humà. Mon. Soc. Hist. Nat. Balears, 11: 213-234.

Sher, A.A. i Hyatt, L.A. 1999. The Disturbed Resource-Flux Invasion Matrix: a new framework for patterns of plant invasion. *Biological Invasions*, 1: 107-114.

Shmida, A. 1985. The variety of species and the evolution of the annual plants of the Mediterranean maqui. *Rotem*, 18: 57-68.

Siemans, T.J. 2005. *Impacts of The Invasive Grass Saltwater Paspalum (Paspalum vaginatum) on Aquatic Communities of Coastal Wetlands on The Galapagos Islands, Equador*. Cornell University Graduate School. Thesis.

Valls, A. 1870. Las dunas de la ciudad de San Sebastián, su repoblación y su cultivo. *Revista de Montes*, 3: 89-94.

Yu, S., Bell, D., Sternberg, M. i Kutiel, P. 2008. The effect of microhabitats on vegetation and its relationships with seedlings and soil seed bank in a Mediterranean coastal sand dune community. *Journal of Arid Environments*, 7.